

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 20828 A1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**G01 B 21/00**  
G 01 B 21/22  
// B23Q 17/22

②1 Aktenzeichen: P 37 20 828.4  
②2 Anmeldetag: 24. 6. 87  
④3 Offenlegungstag: 5. 1. 89

DE 37 20828 A1

⑦1 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:

Meister, Werner, Ing.(grad.), 6101 Reichelsheim, DE;  
Saul, Gert, Ing.(grad.), 6120 Erbach, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 24 16 212  
DE 36 06 637 A1  
DE 34 42 247 A1  
DE 34 16 090 A1  
DE 34 07 102 A1  
DE 32 21 982 A1  
EP 02 01 106 A2

DE-Z: Digitale Meßsysteme zur Winkel- und Weg-  
messung. In: Elektrotechnik, Nr.17, 11.Sept.1968,  
S.260-262;

⑤4 Meßeinrichtung und Verfahren zur Lageistwerterfassung

Zur absoluten Lageistwerterfassung lassen sich hochauflösende inkrementale Drehgeber mit Zusatzeinrichtungen verwenden. Die neue Meßeinrichtung soll mit einer kostengünstigen Zusatzeinrichtung, die ein entsprechend der Umdrehung des Drehgebers versetztes Referenzsignal erzeugt, ein Verfahren ermöglichen, das dem entspricht, wie es mit Absolutwertgebern möglich ist, und sich störsicher wie bei der Verwendung von Inkrementalgebern aufbauen läßt.

Die Zusatzeinrichtung besteht aus einem Absolutwertgeber, der über Untersetzungsgetriebe die jeweilige Umdrehungszahl des inkrementalen Drehgebers erfaßt. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung einer Logikstufe zur Erzeugung eines zusätzlichen Referenzsignals am Meßort, und die Übertragung dieses Referenzsignals zusammen mit dem Referenzsignal des Inkrementalgebers, wie diese bei inkrementalen Drehgebern ohne Zusatzeinrichtung üblich ist. Die Meßeinrichtung eignet sich insbesondere zur Lageistwerterfassung bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen.

DE 37 20828 A1

## Patentansprüche

1. Meßeinrichtung zur Lageistwerterfassung mit einem hochauflösenden inkrementalen Drehgeber, der neben Inkrementalsignalen zumindest ein Referenzsignal je Umdrehung abgibt, einer Einrichtung, die ein  
5 entsprechend der Umdrehung des Drehgebers versetztes Referenzsignal erzeugt, und einem Mikroprozessor, mit dessen Hilfe der absolute Lageistwert bei mehr als einer Umdrehung errechnet wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehgeber (1) über Untersetzungsgetriebe (5) mit zumindest einem Absolutwertgeber (5 bis 8) verbunden ist, der die Umdrehungen des inkrementalen Drehgebers (1) erfaßt, und daß aus den Signalen des Absolutwertgebers (5 bis 8) und des inkrementalen Drehgebers (1) im Mikroprozessor (22)  
10 der absolute Lageistwert errechnet wird.
2. Meßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Absolutwertgeber ein Drehgeber mit Absolutwert-Scheibe (6) ist, deren Auflösung den maximalen Umdrehungen des inkrementalen Drehgebers (1) entspricht, oder über weitere Getriebe (7) weitere Absolutwertscheiben vorgesehen sind, die zusammen  
15 die maximalen Umdrehungen erfassen.
3. Meßeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale (9) des Absolutwertgebers (5 bis 8) und das Referenzsignal ( $R_z$ ) des inkrementalen Drehgebers (1) einer Logikstufe (10) zugeführt sind, die über das Referenzsignal ( $R_z$ ) einen Umdrehungswert aus den Signalen (9) des Absolutwertgebers (5 bis 8) abtastet.
4. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Logikstufe (10)  
20 vorgesehen ist, die ausgehend vom Referenzsignal ( $R_z$ ) des inkrementalen Drehgebers (1) ein zusätzliches Referenzsignal ( $R_c$ ) erzeugt, das entsprechend dem Umdrehungswert aus den Signalen (9) des Absolutwertgebers um Teilungsperiodenanzahlen versetzt ausgegeben wird.
5. Meßeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das zusätzliche Referenzsignal ( $R_c$ ) in den Signalweg (15) für das Referenzsignal ( $R_z$ ) des inkrementalen Drehgebers (1) eingespeist und neben den  
25 Inkrementalsignalen ( $A$ ,  $B$ ) des Drehgebers über Signalauswertstufen (21) dem Mikroprozessor (22) zugeführt ist, der aus diesen Signalen ständig den Lageistwert ermittelt.
6. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der inkrementale Drehgeber (1) und der Absolutwertgeber (5 bis 8) zusammen mit einer Logikstufe (10) am Meßort angeordnet sind und von dort über ein Verbindungskabel der Inkrementalsignale ( $A$ ,  $B$ ) und die Referenzsignale ( $R_z$ ,  $R_c$ ) einer Steuerung zugeführt sind, in der aus diesen Signalen der Lageistwert ermittelt wird.  
30
7. Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der inkrementale Drehgeber (1) zumindest eine weitere Referenzmarke aufweist, welche die volle Umdrehung des Drehwertgebers (1) aufteilt und ein weiteres Zusatzreferenzsignal in der Zähllogik (10) erzeugt.
8. Meßverfahren mit einer Meßeinrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß  
35 in an sich bekannter Weise die Inkrementalsignale ( $A$ ,  $B$ ) mit entsprechend der Durchführung phasenversetzten Inkrementalsignalen nach einer Impulsaufbereitung in einem Auf-/Abwärtszähler (21) drehrichtungsabhängig gezählt werden, der jeweilige Zählerstand durch die Referenzsignale ( $R_z$ ) des Drehwertgebers (1) und den zusätzlichen Referenzsignalen ( $R_c$ ) in eine Latchstufe (23) eingelesen wird, und daß der Zählerstand des Auf-/Abwärtszählers (21) und der Latchstufe (23) über einen Datenbus vom Mikroprozessor (22) abgerufen wird, der über eine Subtraktion des abgerufenen Wertes vom zuvor abgerufenen Wert  
40 den Istverfahrweg ermittelt.
9. Meßverfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß über die Zählerstände bei Eintreffen der beiden Referenzsignale ( $R_z$ ,  $R_c$ ) eine Vollständigkeitskontrolle der Inkrementalsignale ( $A$ ,  $B$ ) erfolgt, über eine Plausibilitätskontrolle der richtige Zählerstand für das zusätzliche Referenzsignal ( $R_c$ ) überprüft wird  
45 und bei einem fehlerhaften Signal ein Fehlersignal erzeugt wird.
10. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einmal nach dem ersten Einschalten eine gesteuerte Einfahrbewegung erfolgt, hierbei, ausgehend vom ersten Referenzsignal ( $R_z$ ) des Drehwertgebers (1), nach einer vorgegebenen Anzahl Inkrementen in der Zähllogik (10) ein  
50 zusätzliches Referenzsignal ( $R_c$ ) erzeugt wird, und die vorgegebene Anzahl Inkremente einem festen Zahlenwert entspricht, der um die aus dem Absolutwertgeber (5 bis 8) ausgelesenen Anzahl der Umdrehungen des Drehwertgebers (1) abweicht.
11. Meßverfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der feste Zahlenwert der Hälfte der Gesamtzahl an Inkrementen zwischen zwei Referenzsignalen ( $R_z$ ) des Drehwertgebers (1) entspricht.
12. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Lageistwert  
55 unabhängig vom Wert der Signale (9) des Absolutwertgebers (5 bis 8) aus dem Abstand der Referenzsignale ( $R_z$ ) zu den zusätzlichen Referenzsignalen ( $R_c$ ) ausgehend von einem vorgegebenem Maschinennullpunkt errechnet wird.
13. Meßverfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend vom Referenzsignal ( $R_z$ ) das zusätzliche Referenzsignal ( $R_c$ ) bei einem Drehen in positiver Richtung nach  
60  $a/2 + n \cdot k + k$ , und in negativer Richtung nach  $a/2 - n \cdot k$  erzeugt wird, wobei:  $a$  der Anzahl der Teilungsperioden bei einer Umdrehung,  $n$  der Zahl der absoluten Umdrehung des Drehgebers (1), und  $k$  einer Teilungsperiode der Inkrementalsignale ( $A$ ,  $B$ ) entspricht.
14. Meßverfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Umdrehungswert  $n = \text{Null}$  und negativer Drehrichtung eine Umschaltung der Erzeugung des zusätzlichen Referenzsignales erfolgt  
65 und dieses nach  $a/2 - n_{\text{max}} \cdot k - k$  erzeugt wird, wobei:  $n_{\text{max}}$  der höchsten Zahl der absoluten Umdrehung des Drehgebers entspricht.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Meßeinrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1, wie sie zur Steuerung eines Servoantriebes z. B. zur Lageregelung von Werkzeugmaschinen, Industrierobotern usw. verwendet wird.

An einfachen und kostengünstigen Maschinen werden für die Lageistwerterfassung überwiegend inkrementale Drehgeber verwendet, die mechanisch mit dem Antrieb verbunden sind (indirektes Meßsystem). Hierbei wird jedoch nach dem Einschalten eine aufwendige, zeitraubende Prozedur erforderlich, um den Ausgangswert des Lagegebers zu erfassen. Üblicherweise wird hierbei ein genau vermessener Referenzpunkt mit geringer Geschwindigkeit angefahren und der dort bekannte Lageistwert eingestellt. Dies läßt sich vermeiden, wenn anstelle des inkrementalen Drehgebers ein Absolutwertgeber verwendet wird, über dessen Signale sich in jeder Lage der Lageistwert ermitteln läßt.

Werden inkrementale Drehgeber verwendet, müssen üblicherweise zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, die verhindern, daß durch Störimpulse oder Ausfall von Einzelimpulsen eine Fehlmessung erfolgt, wobei vor allem das Aufaddieren von Fehlern verhindert werden muß. Hierbei ist es bekannt, über das Referenzsignal einer Nullwert-Referenzmarke, mit Hilfe einer Zählkontrolle der Inkrementalimpulse, Fehler zu erkennen.

Zur genauen Steuerung (im Mikrometerbereich) werden hochauflösende Präzisions-Meßeinrichtungen erforderlich, die sehr aufwendig und teuer sind. Während sich hochauflösende inkrementale Drehgeber verhältnismäßig kostengünstig herstellen lassen und nur wenige Signale abgeben, die über abgeschirmte Leitungen mit geringer Übersprechempfindlichkeit zur Steuerung geführt werden müssen, ist die Herstellung von Absolutwertgebern aufwendig und es müssen, vor allem wenn der maximale Verfahrensweg groß ist, sehr viele Signale über getrennte Leitungen zur Steuerung geführt werden. Weiterhin steigt durch die wesentlich größere Anzahl von Signalgebern auch die Ausfallrate.

Um dies zu vermeiden, ist es bekannt, siehe EP-OS 02 01 106) einen Inkrementalgeber zusätzlich über Zahnräder mit weiteren Geberscheiben zu verbinden, auf denen sich jeweils eine zusätzliche Referenzmarke befindet, die nach jeder Umdrehung eine andere Stellung einnimmt. In einem Mikroprozessor wird dann aus der Lage der zusätzlichen Referenzsignale der Drehwert des inkrementalen Drehgebers errechnet. Die Ermittlung der Umdrehungszahl erfolgt dort in ähnlicher Weise wie bei der Meßeinrichtung gemäß der DE-PS 24 16 212.

Bei einer Meßeinrichtung gemäß der EP-OS 02 01 106 wird insbesondere für hochauflösende inkrementale Drehgeber eine hohe Präzision erforderlich, da die zusätzlichen Signale aus den zusätzlichen Referenzsignalgebern zu einem vorgegebenen Inkrement des inkrementalen Drehgebers abgegeben werden müssen. Bei dem dort angegebenen Beispiel mit 4000 Teilungsperioden auf der Inkrementalscheibe müssen nach der maximalen Drehzahl die zusätzlichen Referenzsignale 5,4 Minuten (0,09 Winkelgrade) genau erzeugt werden. Dies bedeutet, daß sehr große Scheiben verwendet werden müssen oder eine Eichung im Mikrometerbereich erfolgen muß, die bei einer Anordnung am Antrieb mit den dort vorhandenen großen Temperaturänderungen kaum möglich ist. Weiterhin kann durch Störimpulse oder fehlende Impulse ein falscher Umdrehungswert initialisiert werden, der erhebliche Störungen verursachen kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und mit einem hochauflösenden inkrementalen Drehgeber eine Lageistwerterfassung zu ermöglichen, mit der nach kurzem Verfahrensweg der genaue absolute Lageistwert ohne größeren Aufwand ermittelt werden kann. Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Die Getriebe und Absolutwertgeber benötigen hierbei keine große Präzision, da nur die jeweilige Umdrehungszahl erfaßt werden muß. Eine Abfrage des Absolutwertgebers kann gezielt immer dann erfolgen, wenn das Referenzsignal  $R_z$  des Drehwertgebers anliegt, so daß Toleranzen bis nahezu einer Umdrehung des Drehwertgebers keine Rolle spielen.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich, wenn direkt am Inkremental- und Absolutwertgeber eine Zähllogik vorgesehen ist, die abhängig vom Umdrehungswert versetzte, zusätzliche Referenzsignale der Steuerung zugeführt. Hierbei wird die Übertragung der Signale über ein Kabel möglich, das dem entspricht, wie es bei Anlagen mit inkrementalen Drehgebern als indirektes Meßsystem erforderlich ist. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den mechanischen Aufbau und das Schaltungsprinzip einer erfindungsgemäßen Meßeinrichtung,

Fig. 2 ein Prinzipschaltbild für die Verarbeitung der Signale aus der Meßeinrichtung gemäß Fig. 1,

Fig. 3 ein Signal-Diagramm der Meßeinrichtung zur Errechnung des Lageistwertes und

Fig. 4 ein Signal-Diagramm gemäß Fig. 3 für einen Drehgeber mit 2500 Inkrementen.

Das Meßsystem gemäß Fig. 1 besteht aus einem herkömmlichen, hochauflösenden inkrementalen Drehgeber 1 für zwei um 90 Grad versetzte Inkrementalsignale  $A$ ,  $B$  und einem Referenzsignal  $R_z$  je Umdrehung. Der Drehgeber 1 ist über ein Untersetzungsgetriebe 5 mit einer Vier-bit-Absolutwertscheibe 6 und diese über ein zweites Untersetzungsgetriebe 7 mit einer zweiten Vier-bit-Absolutwertscheibe 8 verbunden. Entsprechend der Auflösung der beiden Absolutwertscheiben beträgt die Untersetzung der beiden Getriebe 5 und 7  $16 : 1$ . Der Absolutwertgeber aus den Teilen 5 bis 8 kann so 256 Umdrehungen des Drehgebers 1 direkt erfassen. Die gleiche Umdrehungszahl läßt sich auch mit einem Untersetzungsgetriebe mit  $256 : 1$  und einer 8-bit-Absolutwertscheibe erfassen, wenn z. B. aus Platzgründen dies vorteilhafter sein sollte. Wird eine höhere maximale Umdrehungszahl erforderlich, kann durch zusätzliche Absolutwertscheiben oder eine höhere Auflösung der Absolutwertscheiben mit entsprechenden Getriebeuntersetzungen diese höhere Umdrehungszahl erfaßt werden. Zum Beispiel mit zwei 5-bit-Scheiben und Untersetzungsgetriebe mit  $32 : 1$  eine maximale Umdrehung von 1024.

Die Absolutwertsignale 9 sind einer einfachen Zähllogik 10 zugeführt, die über eine Leitung 11 die Inkrementalsignale  $A$  der ersten und über eine Leitung 12 der zweiten Spur des Drehgebers 1 erhält. Ausgehend von dem

über eine weitere Leitung 13 zugeführten Referenzsignal  $R_z$  erzeugt die Zähllogik 10 ein zusätzliches Referenzsignal  $R_c$ , das über ein Undglied 14 in den Signalweg 15 eingespeist wird. Zur besseren Überwachung und Störunterdrückung werden die zwei Inkrementalsignale  $A$  und  $B$  und das Referenzsignal  $R_z$  mit dem zusätzlichen Referenzsignal  $R_c$  über Verstärkerstufen 16 zusätzlich auch negiert übertragen, wie das bei Inkrementalgebern als indirektes Meßsystem üblich ist.

Die Zähllogik 10 kann störsicher aufgebaut direkt am Meßsystem angeordnet sein und die erforderliche Betriebsspannung von der Betriebsspannung für die Signalgeber (nicht dargestellt) erhalten. Würde das ganze Meßsystem als Absolutwertgeber aufgebaut werden, müßten für einen Inkrementalgeber mit 4000 Inkrementen und 256 Umdrehungen ein 20-bit-Signal übertragen werden. Um dies in gleicher Weise sicher (auch negiert) parallel der Steuerung zuzuführen, wäre hierzu ein 40adriges Kabel erforderlich und der Aufwand für die Fehlerüberwachung und Störunterdrückung entsprechend groß. Es ist bekannt, diesen Aufwand durch Verwendung einer seriellen Schnittstelle zu reduzieren, jedoch steht dann die Lageistwertinformation nicht ständig und aktuell zu jedem beliebigen Zeitpunkt zur Verfügung und es ergibt sich eine geringere Störsicherheit.

Die Wirkungsweise der Zähllogik 10 ist in Fig. 3 dargestellt. Die Zähllogik erhält das Absolutsignal  $ABS(9)$  der Absolutwertscheiben 6 und 8, die beiden Inkrementalsignale  $A$  und  $B$  und das Referenzsignal  $R_z$ . Bei Eintreffen eines Referenzsignales wird der Wert des Absolutsignales  $ABS$  mit  $n-1$ ,  $n$ ,  $n+1$ ,  $n+2$  usw. abgespeichert. Die Werte dazwischen können im Toleranzbereich des Absolutwertgebers liegen ( $n$  ist die Zahl der momentanen absoluten Umdrehung des Drehgebers 1). Ist  $k$  eine Teilungsperiode der Inkrementalsignale  $A$  und  $B$  und  $a$  die Anzahl der Teilungsperioden pro Umdrehung des Drehgebers 1, erzeugt die Zähllogik 10 in jeder Zählrichtung nach jeder Umdrehung alle  $a + 1$  ein zusätzliches Referenzsignal  $R_c$ . Die Zählrichtung wird in bekannter Weise aus der jeweiligen Phasenlage der Inkrementalsignale  $A$  und  $B$  ermittelt.

Das erste zusätzliche Referenzsignal  $c_1$  wird hierbei über den Zählerstand eines Auf-/Abwärtszählers bei positiver Zählrichtung nach  $X_1$  mit  $a/2 + (n-1) \cdot k + k$  hinter dem ersten Referenzsignal  $z_1$  dann erzeugt, wenn die beiden Inkrementalsignale  $A$  und  $B$  einen "High"-Pegel führen. Nach  $y_1$  mit  $a/2 - n \cdot k$  erfolgt dann die Ausgabe einer weiteren zyklischen Referenzmarke  $z_2$  vom Inkrementalgeber. Nach  $x_2$  mit  $a/2 + n \cdot k + k$  erfolgt dann das zweite zusätzliche Referenzsignal  $c_2$ .  $y_2$  entspricht dann  $a/2 - (n+1) \cdot k$ ;  $x_3 = a/2 + (n+1) \cdot k + k$  und  $y_3 = a/2 - (n+2) \cdot k$ . Hierbei entspricht  $z$  dem zyklischen Referenzsignal und  $c$  dem umdrehungscodierten Referenzsignal.

Um ausgehend von jedem zyklischen Referenzsignal  $R_z$  des inkrementalen Drehgebers in der Logikstufe 10 ein zusätzliches Referenzsignal  $R_c$  zu erzeugen, das unabhängig von der Drehrichtung in einem Abstand der zyklischen Referenzmarke liegt, aus dem sich der genaue Lageistwert ermitteln läßt, erzeugt die Logikstufe 10 bei positiver Drehrichtung ein zusätzliches Referenzsignal nach

$$x = a/2 + n \cdot k + k$$

und bei negativer Drehrichtung nach

$$y = a/2 - n \cdot k$$

Hierbei ist  $n$  immer der absolute mit  $R_z$  abgetastete Drehzahlwert aus dem Absolutwertgeber (5 bis 8) bzw. den Signalen 9.

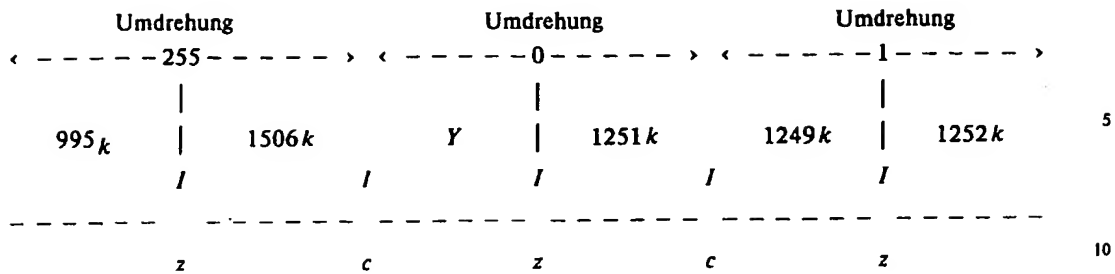
In Fig. 4 ist das gleiche Signal-Diagramm für einen inkrementalen Drehgeber mit 2500 Teilungsperioden  $k$  dargestellt. Wird hiermit z. B. die Spindel für ein Werkzeugmaschinen-Schlitten mit einer Steigerung von 10 mm angetrieben, ergibt sich bei der üblichen Vierfachauswertung in der Empfänger-Elektronik bei einer Auflösung von 1 Mikrometer eine absolute Meßlänge von 2,560 Metern. Hierbei ist der Abstand zwischen einem zyklischen Referenzsignal  $R_z$  und einem codierten Referenzsignal  $R_c$  eindeutig, d. h. über die Vielzahl der Umdrehungen kommt jeder Abstand zahlenmäßig nur einmal vor. Somit ist über den unterschiedlichen Abstand zwischen den zyklischen und umdrehungscodierten Referenzsignalen eindeutig die jeweilige Umdrehung festgelegt. Die Position des Systems ist demnach für die Empfänger-Elektronik in der Steuerung eindeutig, absolut und inkremental genau ermittelbar.

Mit dem erfindungsgemäßen Drehgeber ist auch eine Lageistwerterrechnung bei einem Endlos-Drehen möglich. Hierbei erfolgt die Ermittlung des Lageistwertes unabhängig von der Nullstellung der Absolutwertscheiben 6 und 8. Dies hat vor allem den Vorteil, daß bei der Montage des kompletten Drehgebers nicht auf dessen Drehstellung geachtet werden muß bzw. ein Justieren überflüssig wird. Hierbei ergibt sich dann ein Sonderfall bei den Übergängen zwischen der "nullten" Umdrehung und der "maximalen" Umdrehung.

Beispiel:

$$a = 2500 k$$

$$ABS = 8 \text{ Bit} = 256 \text{ Umdrehungen absolut}$$



Die codierte Referenz-Marke  $c$  würde normalerweise bei negativer Drehrichtung von der zyklischen Referenzmarke 0 vorgegeben nach Gleichung  $Y = a/2 - n \cdot k$ .

Diese liefert für  $n = 0$  den Wert  $a/2$ , was jedoch nach der Definition nicht zulässig ist, weil sonst die Eindeutigkeit nicht mehr vorhanden wäre. Andererseits muß unabhängig von der Drehrichtung auch beim Nullübergang die zusätzliche Referenzmarke immer im entsprechenden Abstand erfolgen. Um dies sicherzustellen, überwacht die Logikstufe den Umdrehungswert auf einen Wert  $n = \text{Null}$  und schaltet bei negativer Drehrichtung die Erzeugung der zusätzlichen Referenzmarke dahingehend um, daß diese — nur in diesem Fall — mit

$$Y = a/2 - n_{\max} \cdot k - k$$

erzeugt wird.

$n_{\max}$  entspricht hierbei dem höchsten Umdrehungswert bzw. der maximalen absoluten Umdrehung  $-1$ .

Beispiel:

$$Y = \frac{2500k}{2} - 255k - k = 994k$$

Die Empfänger-Elektronik kann gemäß Fig. 2 aufgebaut sein. Die Inkrementalsignale  $A$ ,  $\bar{A}$  und  $B$ ,  $\bar{B}$  werden, in einer Impulsaufbereitungsstufe 20 von Störsignalen befreit, einem Auf-/Abwärtszähler 21 zugeführt, der diese Impulse in bekannter Weise drehrichtungsgemäß zählt. Der jeweilige Zählerstand wird über einen Signalbus 24 von einem Mikroprozessor 22 der Steuerung abgefragt. Gleichzeitig wird beim Eintreffen aller Referenzsignale  $R = Rz + Rc$  von einer Latch-Stufe 23 der jeweilige Zählerstand zwischengespeichert und gleichfalls dem Mikroprozessor 22 über den gleichen Signalbus 24 zur Verfügung gestellt.

Aus diesen Daten, z. B. durch Vergleich der anliegenden Werte mit zuvor anliegenden Werten, ermittelt der Mikroprozessor den Verfahrensweg. Die absolute Position der ersten überfahrenen Referenzmarke in Bezug auf die zyklische Referenzmarke 0 errechnet sich hierbei (in Teilungsperioden  $k$ ) aus:

$$X_{abs(k)} = [|d| - \text{sign}(d) - 1] \cdot \frac{a}{2} + [\text{sign}(d) - \text{sign}(dx)] \cdot \frac{|dx|}{2} \quad (\text{Gleichung 1})$$

Daraus ergibt sich die absolute Position in mm:

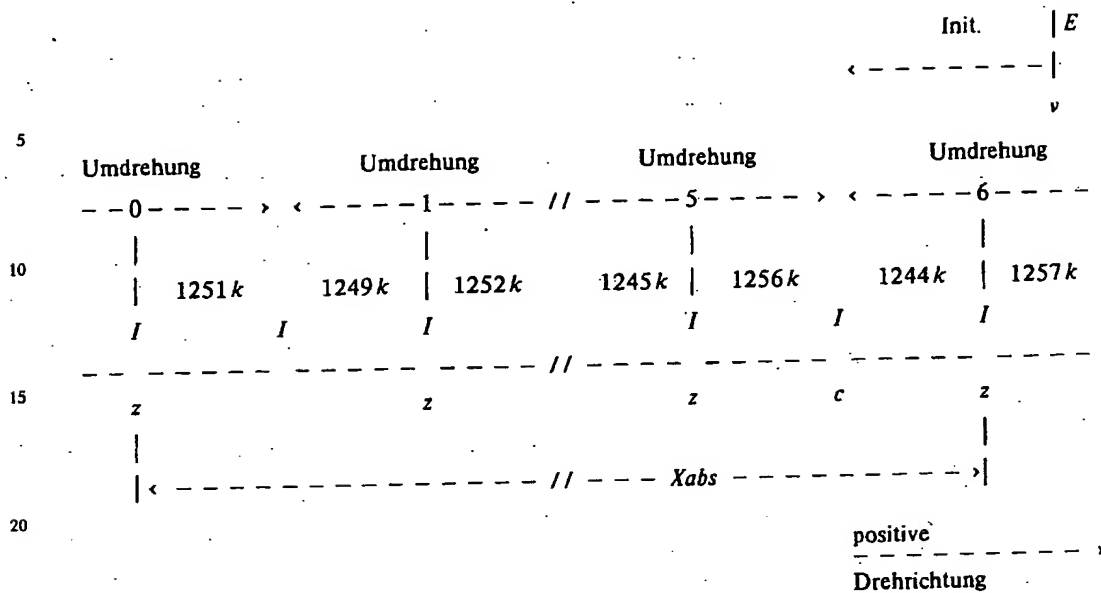
$$X_{abs(mm)} = X_{abs(k)} \cdot k \quad (\text{Gleichung 2})$$

In Gleichung 1 und 2 bedeuten:

- $X_{abs(k)}$  = Abstand zwischen der ersten überfahrenen Referenzmarke und der Referenzmarke 0 in Teilungsperioden  $k$
- $X_{abs(mm)}$  = Abstand zwischen der ersten überfahrenen Referenzmarke und der Referenzmarke 0 in mm
- $d$  =  $2 \cdot |dx| - a$
- $dx$  = Vorzeichenrichtige Anzahl der Teilungsperioden zwischen der ersten und der zweiten in einer Richtung überfahrenen Referenzmarke
- $a$  = Anzahl der Teilungsperioden  $k$  pro Umdrehung
- $k$  = Teilungsperiode (repräsentiert über die Spindelsteigung ein Längenmaß)
- $\text{sign}$  = Signum-Funktion

Bei dem Beispiel gemäß Fig. 4 kann sich hierbei folgendes ergeben:

- $a$  = 2500  $k$
- $ABS$  = 256 Umdrehungen
- $E$  = Einschalt-Position innerhalb Umdrehung 6 (siehe nachfolgendes Bild)  
negative Drehrichtung während der Initialisierung



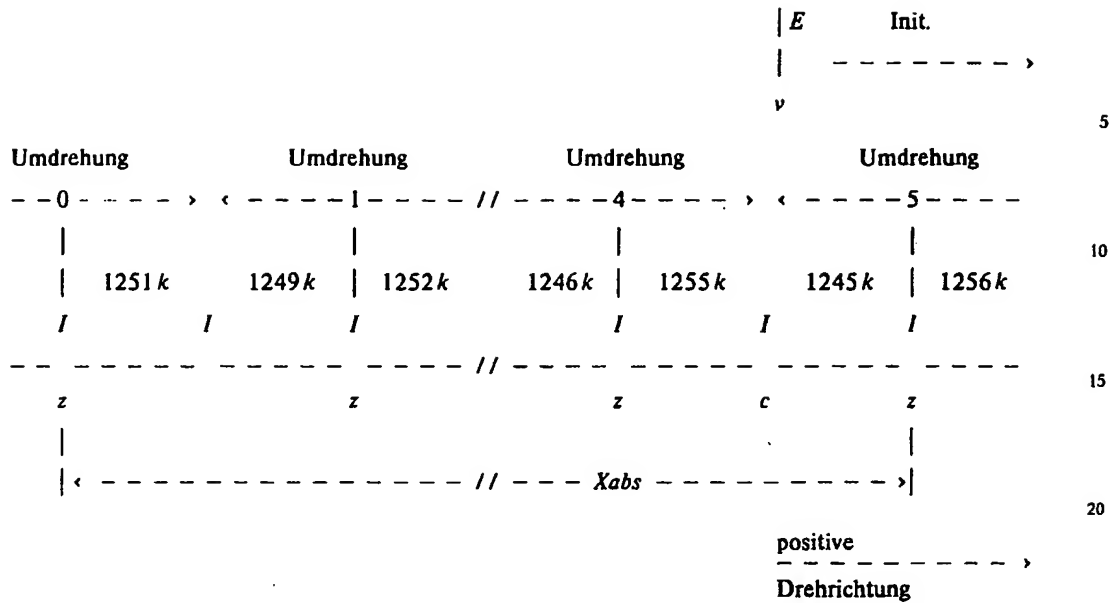
Bei der angenommenen Einschalt-Position  $E$  wird zunächst bei negativer Drehrichtung die zyklische Referenzmarke 6 überfahren. Nach weiteren 1244 Teilungsperioden wird von der Zähllogik 10 die umdrehungscodierte Referenzmarke  $c$  erzeugt. Nach Gleichung 1 ergibt sich die absolute Position der ersten überfahrenen Referenzmarke zu:

$$\begin{aligned}
 dX &= -1244 \\
 d &= 2 \cdot |-1244| - 2500 = -12 \cdot \frac{2500}{2} \\
 X_{abs(k)} &= [|-12| - \text{sign}(-12) - 1] \cdot \frac{2500}{2} \\
 &\quad + [\text{sign}(-12) - \text{sign}(-1244)] \cdot \frac{|-1244|}{2} \\
 &= [12 + 1 - 1] \cdot 1250 + [-1 + 1] \cdot 622 \\
 &= 15\,000 \text{ k}
 \end{aligned}$$

Nach Gleichung 2 ergibt sich die absolute Position in mm:

$$\begin{aligned}
 X_{abs(\text{mm})} &= 15\,000 \cdot \frac{10 \text{ mm/Umdr.}}{2500 \text{ Striche/Umdr.}} \\
 &= 15\,000 \cdot 4 \mu\text{m} \\
 &= 60 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Das Initialisieren erfolgt hierbei selbsttätig nach dem Einschalten der Steuerung, wobei die Steuerung sicherstellt, daß sich hierbei das Werkzeug außerhalb des Werkstückes bewegt oder sich von diesem wegbewegt. Wird hierzu eine Bewegung in positiver Drehrichtung erforderlich, erfolgt die Berechnung wie folgt:



Bei der angenommenen Einschalt-Position  $E$  wird zunächst bei positiver Drehrichtung die codierte Referenzmarke  $c$  überfahren. Nach weiteren 1245 Teilungsperioden wird vom Inkrementalgeber die zyklische Referenzmarke 5 erzeugt. Nach Gleichung 1 ergibt sich die absolute Position der ersten überfahrenen Referenzmarke zu:

$$\begin{aligned}
 dX &= +1245 \\
 d &= 2 \cdot | +1245 | - 2500 \\
 &= -10 \\
 X_{abs(k)} &= [| -10 | - \text{sign}(-10) - 1] \cdot \frac{2500}{2} \\
 &\quad + [\text{sign}(-10) - \text{sign}(+1245)] \cdot \frac{| +1245 |}{2} \\
 &= [10 + 1 - 1] \cdot 1250 + [-1 - 1] \cdot \frac{1245}{2} \\
 &= 12\,500\,k - 1245\,k \\
 &= 11\,255\,k
 \end{aligned}$$

Nach Gleichung 2 ergibt sich die absolute Position in mm:

$$\begin{aligned}
 X_{abs(mm)} &= 11\,255 \cdot \frac{10\text{ mm/Umdr.}}{2500\text{ Striche/Umdr.}} \\
 &= 11\,255 \cdot 4\,\mu\text{m} \\
 &= 45,020\text{ mm}
 \end{aligned}$$

Ist der Verfahrweg zur Initialisierung zu lang, kann dieser durch weitere Referenzmarken auf dem Drehgeber z. B. bei  $180^\circ$  verkürzt werden.

Durch eine entsprechende Anpassung der Untersetzungsgetriebe für die Absolutwertscheiben oder durch Zusatzreferenzmarken auf einer getrennten Spur oder mit verändertem Signal können dann codierte Referenzsignale ausgegeben werden, die bei jeder Umdrehung mehrfach jeweils um ein Inkrement versetzt ausgegeben werden.

Ist die Logikstufe 10 durch eine entsprechende Nullumschaltung (bei Umdrehungszahl Null und negativer Drehrichtung) für ein Endlosdrehen ausgebildet, kann der Nullpunkt der Meßeinrichtung im beliebigen Abstand zum Maschinennullpunkt liegen. Es wird dann lediglich einmal der Maschinennullpunkt angefahren, dort z. B. über die numerische Steuerung der Abstand der beiden Nullpunkte zueinander ermittelt und bei der späteren Lageistwerterfassung berücksichtigt.

Während bei inkrementalen Drehgebern als indirektes Meßsystem jeweils nur nach einer vollen Umdrehung, z. B. über eine Zählkontrolle, eine Überwachung auf Vollständigkeit der Inkremente erfolgen kann, wird beim erfindungsgemäßen Meßverfahren eine Kontrolle auch bei den codierten Referenzsignalen möglich. Gleichzeitig können durch eine Plausibilitätskontrolle auch die codierten Referenzsignale und mit diesen die Absolutwertgebersignale überwacht werden, da sich diese je nach Drehrichtung jeweils nur um eine Teilungsperiode gegenüber dem zyklischen Referenzsignal verschieben. Ist nur eine Referenzmarke vorgesehen und gemäß Fig. 4 maximal 256 Umdrehungen möglich, ergibt sich ein codiertes Referenzsignal das nur um  $0 \dots 256$  Teilungsperioden von dem  $180^\circ$  Wert bei Teilungsperiode 1250 abweicht, so daß eine Zählkontrolle bei jeder halben

## OS 37 20 828

Umdrehung (0 ... 256 Teilungsperioden) des Drehgebers 1 möglich ist. Werden zusätzlich zyklische Referenzmarken verwendet, kann diese Kontrolle noch weiter verbessert werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



3720828

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

Fig.: 19: 12  
37 20 828  
G 01 B 21/00  
24. Juni 1987  
5. Januar 1989

IA-ER 94  
Blatt 1

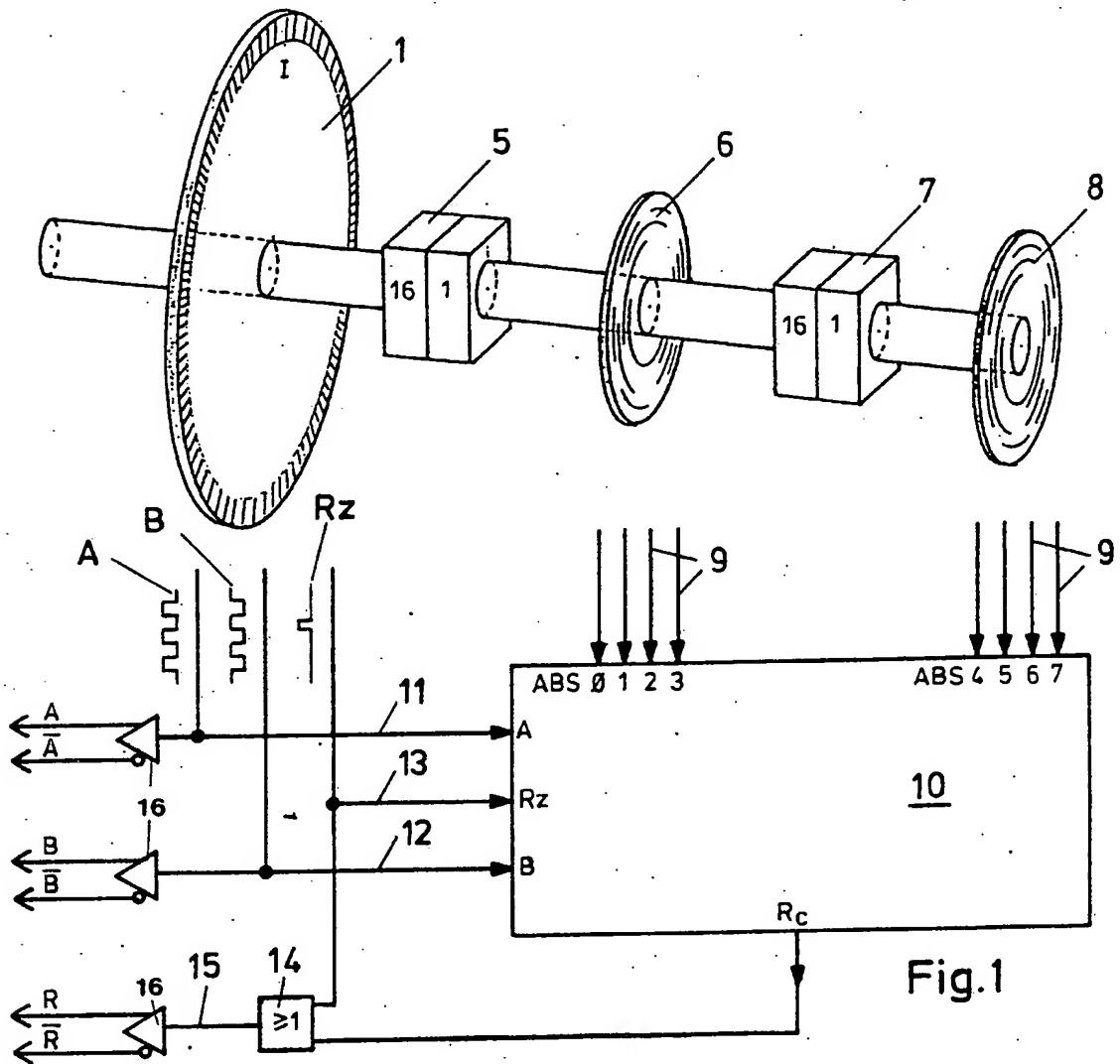


Fig. 1

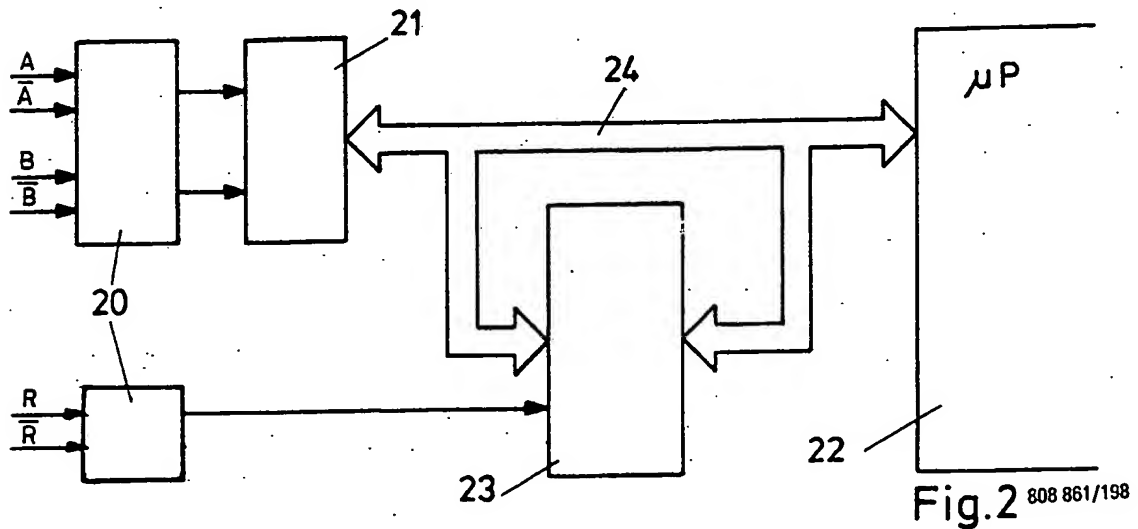


Fig. 2 808 861/198

3720828

IA-ER94  
Blatt 2

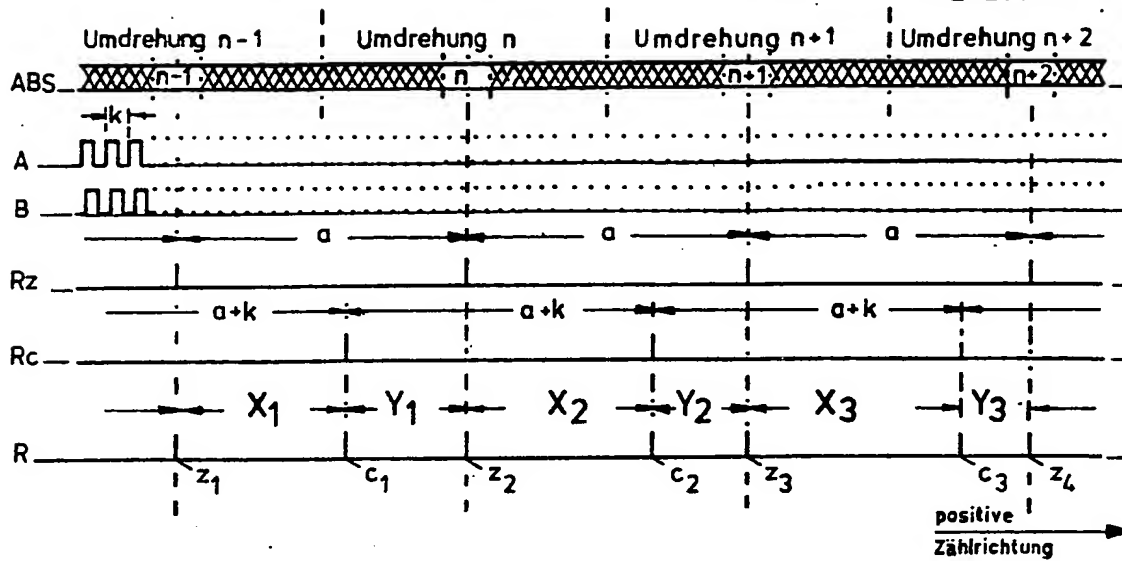
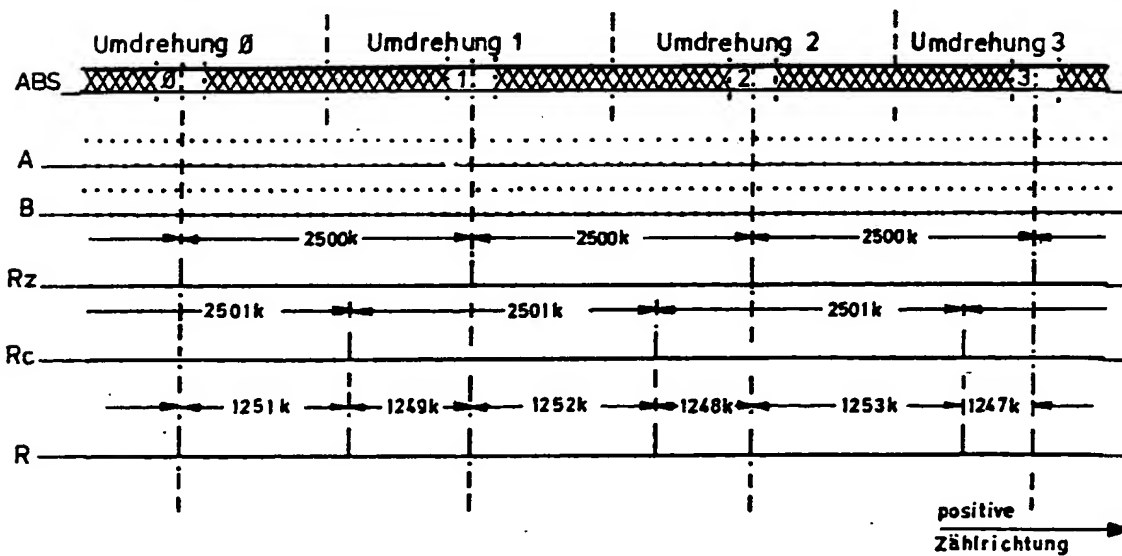


Fig.3



ORIGINAL INSPECTED

Fig.4

DERWENT-ACC-NO: 1989-016373

DERWENT-WEEK: 198903

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Absolute measurement of actual  
position in machine tool  
or robot - using incremental rotary  
transducer coupled to  
absolute value transducer via  
reduction transmitter and  
microprocessor

INVENTOR: MEISTER, W; SAUL, G

PRIORITY-DATA: 1987DE-3720828 (June 24, 1987)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
DE 3720828 A		January 5, 1989	N/A
010	N/A		
DE 3870066 G		May 21, 1992	N/A
000	G01B 021/22		
EP 300183 A		January 25, 1989	G
000	N/A		
EP 300183 B		April 15, 1992	G
016	N/A		

INT-CL (IPC): G01B021/22

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3720828A

BASIC-ABSTRACT:

The high resolution incremental rotary transducer (1)  
generates at least one  
reference signal per rotation as well as incremental  
signals. Another device

generates an offset reference signal corresp. to the transducer rotation. A microprocessor computes the absolute position value for more than one rotation.

The rotary transducer (1) is connected to at least one absolute value transducer via a reduction transmission (5). The absolute value transducer detects rotations of the rotary transducer. The microprocessor (10) computes the absolute position value from the signals (9) of the rotary and absolute transducers. The absolute value transducer is a rotary transducer with an absolute value plate of resolution corresp. to the maximum rotations of the incremental transducer.

USE/ADVANTAGE - E.g. for servo drive control in machine tool or industrial robot. Accurate measurement using high resolution incremental transducer.

ABSTRACTED-PUB-NO: EP 300183B

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

Measuring device for detecting the actual position value, comprising a high-resolution rotary transducer (1) which, in addition to incremental signals, outputs at least one reference signal (Rz) per revolution, a reference transmitter (5 to 8) connected via a gear to the rotary transducer, a device which generates a reference signal offset in accordance with the revolution of the rotary transducer, and receiver electronics (21 to 24), which exhibit a microprocessor (22), with the aid of which the absolute actual position value at more than one revolution is calculated, characterised in

that the reference transmitter is an absolute-value transmitter (5 to 8) for detecting the number (n) of revolutions of the rotary transducer (1) which is connected via at least one reduction gear (5) to the rotary transducer (1) for this purpose, a logic stage (10) connected to the absolute-value transmitter (5 to 8) and the rotary transducer (1) for the signal supply is provided as the device generating the offset reference signal, which is constructed in such a manner that, when a reference signal (Rz) occurs, it reads out, and stores, the number of revolutions of the rotary transducer (1) from the signals of the absolute value transmitter (5 to 8), and generates an additional reference signal (Rc) which is offset with respect to the reference signal (Rz) by a number of division periods (K) corresponding to the number (n) of revolutions of the rotary transducer (1), the logic stage (10) and the rotary transducer for supplying the reference signals (Rz, Rc) and the incremental signal of the rotary transducer (1) are connected to the receiver electronics (21 to 24) and the receiver electronics (21 to 24) are constructed in such a manner that they can calculate the absolute actual position value from these signals. ()h

DE 3870066G

The high resolution incremental rotary transducer (1) generates at least one reference signal per rotation as well as incremental signals. Another device generates an offset reference signal corresp. to the transducer rotation. A microprocessor computes the absolute position value for

more than one rotation.

The rotary transducer (1) is connected to at least one absolute value transducer via a reduction transmission (5). The absolute value transducer detects rotations of the rotary transducer. The microprocessor (10) computes the absolute position value from the signals (9) of the rotary and absolute transducers. The absolute value transducer is a rotary transducer with an absolute value plate of resolution corresp. to the maximum rotations of the incremental transducer.

USE/ADVANTAGE - E.g. for servo drive control in machine tool or industrial robot. Accurate measurement using high resolution incremental transducer.

----- KWIC -----

Basic Abstract Text - ABTX (2):

The rotary transducer (1) is connected to at least one absolute value transducer via a reduction transmission (5). The absolute value transducer detects rotations of the rotary transducer. The microprocessor (10) computes the absolute position value from the signals (9) of the rotary and absolute transducers. The absolute value transducer is a rotary transducer with an absolute value plate of resolution corresp. to the maximum rotations of the incremental transducer.

Equivalent Abstract Text - ABEQ (3):

The rotary transducer (1) is connected to at least one absolute value transducer via a reduction transmission (5). The absolute

value transducer

detects rotations of the rotary transducer. The

microprocessor (10) computes

the absolute position value from the signals (9) of the

rotary and absolute

transducers. The absolute value transducer is a rotary

transducer with an

absolute value plate of resolution corresp. to the maximum  
rotations of the

incremental transducer.